

**T R A N S L A T I O N**  
of German Patent Specification DE 196 20 164 C1

Patent proprietors: Mannesmann AG

**Test device for monitoring the routing administration and charge registration in a mobile communication network and a method for the operation thereof**

The invention relates to a test device for monitoring the routing administration and charge registration in a mobile communication network and a method for the operation thereof. For automatic and systematic execution of the necessary tests a test device is proposed which comprises a mobile subscriber (14) equipped with a wire-connected communication interface (141), a multiplex device (12) for reception and alternate operation of a plurality of data modules (3) and a control processor (11). Instead of the data module the mobile subscriber (14) is equipped with an adapter module which is connected to the multiplex device (12) in such a manner that in dependence upon the switching condition of the multiplex device (12) one of the data modules (3) is emulated in the mobile subscriber (14). The control processor (11) is connected at least virtually to the wire-connected communication interface (141) of the mobile subscriber (14) and to the multiplex device (12) in such a manner that in each case one of the data modules (3) is selectable.

## Description

The invention relates to a test device for monitoring the routing administration and charge registration in a mobile communication network and a method for the operation thereof

Mobile communication networks are known as regards their structure and described in detail in particular in Jacek Biala "Mobilfunk und intelligente Netze (Mobile radio and intelligent networks", Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1995.

Such a mobile communication network consists substantially of a plurality of switching systems interlinked with each other to which so called base station systems can be connected, as well as a great number of subscribers. The switching systems here consist at least of an exchange centre and a plurality of data bases for managing mobile subscriber data. With regard to the invention the most important data bases are the home data base (HLR, Home Location Register), the visitor data base (VLR, Visitors Location Register) and the authentication centre (AUC, Authentication Centre). In addition, the switching systems of the mobile communication network have interfaces to other communication networks.

In the Home Location Register (HLR) the master data of every customer are stored. It contains permanent customer data such as for example the international subscriber identification (IMSI, International Mobile Subscriber Identity), the international mobile subscriber telephone number (MSISDN, Mobile Station ISDN Number), the authentication code, as well as temporary data, such as for example the address of the visitor data base (VLR address) of the last or current authentication location of the mobile subscriber.

In the visitor data base (VLR) the data of all customer and mobile stations which are active in the service area of the corresponding exchange centre are stored.

With the aid of the authentication centre (AUC) associated with the home data base (HLR) it is possible to check whether a customer is in possession of a valid SIM card and is thus authorized to use the services of the mobile communication network. The SIM card (Subscriber Identity Module), together with a personal identity number, is the physical part of the access authorization to services of the mobile communication network. Every subscriber equipped with an authentication card (SIM) is able to establish radio connection to at least one base station system.

The base station systems include all means for communication with a plurality of mobile subscribers and for bidirectional

passing on of received signals or signals to be transmitted to and from the connected exchange centre.

Both in the setup phase and during running operation, in such a mobile communication network changes in the network configuration frequently occur which are caused by software updating of individual switching systems at certain points or by extensions of the physical network structure due to additional base stations, as a consequence of which at least parts of the mobile communication network are to be tested with regard to their functionability. The test processes here include signalling procedures, channel setup and takedown as well as the routing administration and the charge registration.

The routing administration, the so-called routing, includes all operations for selecting network links between different switching systems for establishing a connection between a subscriber calling in the service area of a first switching system and a called subscriber located in the service area of a second switching system. In addition, the consistency of the data contained in the associated databases of each switching system is to be checked.

Due to the great number of signalling possibilities and mutual establishment of call connections, such tests are extremely complicated and moreover represent an additional load on the network capacity. Although these tests are carried out mainly in low-traffic times, in particular during the night, the time required for complete testing of all the system properties is so long, at least when carried out manually, that the time window of the low-load period is often not adequate. On the other hand, it is necessary to have tested completely and comprehensively all the changes made before releasing the system components to paying users.

It is known to apply complex test systems in the development, setup and operating phases of a GS.

Thus, for example, in the Article "Test strategies, measuring devices and systems in the GSM", ntz, 1994, numbers 9 and 10, pages 654 to 658 and 726 to 732, test methods are described for the following test purposes:

- Test of the physical parameters
- Protocol test - Test of the individual protocol mechanisms
- Test of the protocol run of function and services
- Test of the performance of the network or of components
- Test of the quality of the services
- Test of the protocol and load behaviour
- Test of the mobile switching system
- Test of the base station subsystem

- Test of the base station, transmission and receiving equipment
- Test of the mobile stations and
- Test of the transition from the GSM to the land network.

As regards the time and apparatus requirements, the great number of necessary tests makes high demands on the network operator.

The invention is therefore based on the problem of automating the great number of necessary tests and systemizing the tests with regard to the changes made in the mobile communication network to be tested, and employing change-individual test sequences.

According to the invention this problem is solved with the means set forth in claims 1 and 12. Advantageous further developments of the invention are described in claims 2 to 11 and 13 to 17.

The invention will be explained in detail herein after with reference to an example of embodiment.

According to Fig. 3, the invention proceeds from a mobile communication network 2 which is known per se and which consists substantially of a plurality of switching systems 21/1 and 21/2 interlinked with each other and connected to base station systems 22/1 to 22/4. The mobile communication network 2 further includes mobile subscribers each equipped with a card-like data module and each being able to establish radio connection to at least one base station system 22/1 to 22/4.

Each of the switching systems 21/1 and 21/2 comprises an exchange centre and a plurality of data bases for managing mobile subscriber data. These data bases include the home data base (HLR) in which the master data of each customer are stored, the visit data base (VLR) in which the data of all customers and mobile subscribers currently located in the service area of the particular switching system 21/1 and 21/2 are stored, the authentication central (AUC) used to test whether a customer is in possession of a valid data module (SIM card), and the equipment identity register (EIR) in which the serial numbers of the mobile subscribers are stored.

Furthermore, the home data base (HLR) contains the international subscriber identity (IMSI), the international mobile subscriber telephone number (MSISDN), the authentication code and a pointer to the switching system 21/1 and 21/2 in whose service area a mobile subscriber registered in the home data base (HLR) is currently located or was last located.

Furthermore, each switching system 21/1 and 21/2 may have interfaces or accesses 71 and 72 to other communication networks 6.

The base station systems 22/1 to 22/3 each include base stations and associated control equipment.

The test device 1 for monitoring the routing administration and the charge registration in such a mobile communication network 2 comprises according to Fig. 1 a control processor 11, a multiplex device 12 and a mobile subscriber 14, the mobile subscriber 14 having a wire-connected communication interface 141. For example, the device GH 198 of the Ericsson company comprises apart from the wireless radio interface 5 to the mobile communication network 2 a wire-connected serial interface via which actuation of all the digit keys and command keys can be emulated and via which the status of the device can be read out. Instead of the data module to be inserted, the mobile subscriber 14 has an adapter module which is electrically connected to the communication interface 141.

The multiplex device 12 is configured for receiving and alternate operation of a plurality of data modules. Expediently, the data modules operable in the multiplex device 12 are registered in home data bases (HLR) of different switching systems 21/1 and 21/2. The multiplex device 12 has a mobile subscriber interface 123 which is connected to the communication interface 141 of the mobile subscriber 14. In addition, the multiplex device 12 has a serial interface 121 and a parallel interface 122 for communication with the control processor 11.

The control processor 11 has at least one serial interface 111 and one parallel interface 122 which are connected according to their type to the serial interface 111 and the parallel interface 122 of the multiplex device 12. The control processor 11 is connected to the multiplex device 12 here in such a manner that in each case one of the data modules in the multiplex device 12 is selected and that precisely this selected data module is emulated in the mobile subscriber 14 via the adapter module.

The control processor 11 additionally comprises storage means which are known per se and in which a program is loaded which governs the run of the individual test routines and their sequence. For this purpose the control processor 11 is connected at least virtually to the wire-connected communication interface 141 of the mobile subscriber 14.

In addition, the control processor 11 comprises means for protocoling the test routines and the charges incurred during

the tests. Expediently, the control processor is configured as personal computer known per se.

With a test device equipped on this manner, it is possible to advantageously test efficiently and quickly, at any desired times, simply in the course of signalling traffic the processing steps of the routing administration from and to different switching systems corresponding to the selected telephone number and the home registration of the data modules used.

In an embodiment of the invention the multiplex device 12 according to Fig.2 comprises means for signal conversion 127 from the serial interface 111 of the control processor 11 which is connected to the serial interface 121 of the multiplex device 12, to the wire-connected communication interface 141 of the mobile subscriber 14, which is connected to the mobile subscriber interface 123. Advantageously, the different signal levels between the control computer 11 and the mobile subscriber 14 are thereby bridged.

In a further development of the invention for the speech channel test for the transmission direction the multiplex device 12 is equipped with an LF generator 126 of predetermined test frequency and for the receiving direction with a frequency discriminator 125 tuned to this predetermined test frequency. The output of the LF generator 126 and the input of the frequency discriminator 125 are connected to the mobile subscriber interface 123 of the multiplex device 12.

The output of the frequency discriminator 125 is connected to the serial interface 121 of the multiplex device 12. The presence or absence of the received test frequency can be detected at this output.

Advantageously, with these means apart from the monitoring of the routing administration testing of the traffic channel necessary for speech communication is also possible.

Furthermore, in Fig. 2 a card reader 124 is illustrated which is able to accommodate and selectively activate a plurality of data modules 3. The card reader 124 is connected on the control side to the parallel interface 122 of the multiplex device 12 and on the data side to the mobile subscriber interface 123.

In a further development of the invention a modem 13 is provided which is connected to a serial interface 113 of the control processor 11, cf. Fig. 1, and via a connection line 7 can be connected to a second communication network 6 independent of the mobile communication network 2. A land

network can be provided as second communication network 6 here.

Advantageously, via the second communication network 6 a plurality of similarly configured test devices 1 can be synchronized with each other as regards the test steps respectively provided independently of devices of the mobile communication network 2 to be tested.

For monitoring the routing administration within the mobile communication network 2 it is provided that the pluggable data modules 3 of the same multiplex device 12 are each registered in home data bases of different switching systems 21/1 and 21/2 of the same mobile communication network 2.

In a further development of the invention, for monitoring the routing administration between different mobile communication networks 2 it is provided that the pluggable data modules 3 of the same multiplex device 12 are registered in home data bases of different switching systems 21/1 and 21/2 of different mobile communication networks 2.

In the call setup, in dependence upon the selected data module 3 firstly the home data base of the switching system in which the selected data module is registered is interrogated with regard to authorizations for network access to the mobile communication network 2. Irrespective of whether the interrogated switching system is part of the mobile communication network 2 from which the call setup is initiated, a signalling traffic is effected, the sequence of which allows conclusions to be drawn on the steps of the routing administration both internally in the network and going beyond the network. In dependence upon the dialled telephone number, in signalling traffic going beyond this the home data base of the switching system in which the called mobile subscriber is registered is addressed and sends back a pointer to the switching system in whose service area the called mobile subscriber is currently located or was last located. In particularly advantageous manner here, both the switching system including the home data base of the called mobile subscriber and the switching system in whose service area the mobile subscriber is located or was last located may be disposed within or outside the mobile communication network 2 from which the call setup is initiated.

In other words, with this configuration the function of the so-called international roaming can be tested in which usually nationally limited mobile communication networks 2 are regularly left. Here, the call initiation originating from a foreign mobile communication network may be directed to a mobile subscriber in the mobile communication network 2 to be tested, and also, originating from the mobile communication

network 2 to be tested, directed to a mobile subscriber in a foreign communication network. Both the calling and the called mobile subscriber may be registered in the mobile communication network 2 to be tested but currently be located in the service area of a foreign mobile communication network.

In a further development of the invention it is provided that the control processor 11 is equipped with a program for selection respectively of one of the data modules 3, for processing a data-module-specifiable sequence of predefined commands for remote-controlled operation of the mobile subscriber 14, for acquiring and protocolling the individual test steps absolved by the commands and for acquiring and protocolling the charges incurred by the processing of the individual test steps. Expediently, the command set includes here at least

- a) a command with which the mobile subscriber can be switched on and the initialisation process started and monitored with a selected data module 3,
- b) a command which starts the call setup from the mobile subscriber 14 of the test device 1 to a predefinable test telephone number and holds and monitors this for a predetermined duration,
- c) a command for initiating a connection from the mobile subscriber 14 of the test device 1 to a predefinable mobile subscriber 14 which is part of a similarly configured second test device 1',
- d) a command for setting up a connection between the mobile subscriber 14 of the test device 1 to the modem 13 of a second test device 1',
- e) a command for setting up a connection between the modem 13 of the test device 1 to the mobile subscriber 14 of a predefinable second test device 1'.

In addition, commands may be provided for communication between the modems 13 of the test devices 1 and 1'. Furthermore, it may be provided that the program includes means for event-controlled reception of synchronisation commands and routing information and the protocolling thereof. In particular, for this purpose it may be provided that the test device 1 initiating the test operation, via a connection route in the alternative communication network 6, with a call prepares a predefinable other test device 1' for the execution of a connection setup from a predetermined test device within a predefined time window.

Apart from the test processes relating essentially to the exchange of signal information between a test device 1 and one or more of the switching systems 21/1 and 21/2, the subject of the invention makes possible test processes carried out



between two terminal devices. For this purpose at least two similar test devices 1 and 1' are provided which are operated alternately as master 1 and slave 1', the respective master 1 being the respective device initiating the respective test operation and each slave 1' being a device waiting for the test operation and reacting thereto. It is provided in detail here that in the respective master device 1 the data modules 3 are selected and activated consecutively, the selected and activated data module being emulated in the mobile subscriber 14. For each data module a predefinable sequence of predefined instructions is directed to the mobile subscriber 14 in which the instructions are converted to adequate communication actions with devices of the mobile communication network 2. For this purpose, via the radio interface 5 information is exchanged with one of the base station systems 22/1 to 22/4 which are respectively connected to one of the switching systems 21/1 or 21/2. Furthermore, in the respective master device 1 each of the predetermined communication actions is protocolled together with the associated reaction of each slave device 1'.

In each slave device 1' each master-side communication request is carried out in accordance with predefined instruction sequences and each master-side communication request protocolled with the associated own reaction.

In advantageous manner, the bilateral protocolling both on the side of the respective master device 1 and on the side of the respective slave device 1' results in that faults occurring during each individual test procedure become transparent by comparing the protocols identical in fault-free cases to determine deviations.

In addition thereto it may be provided that each slave device 1' participating in a test process is synchronized by the respective master device 1 to the communication requests of the test process.

In detail, the provision here may be that the slave device 1' provided is activated, prepared for an incoming call and set in a standby state, the actually incoming call putting the participating slave device 1' from the standby state into the active state.

It may further be provided that this synchronization of the test devices 1 and 1' participating in a test process is carried out via a second communication network 6 independent of the mobile communication network 2 to be tested.

It may be provided that the synchronization is switched via a modem connection. Here, proceeding from the modem 13 of the master device 1 via a land network line 7 connection is established to the land network 6 which consists of a

plurality of land network exchanges 61/1 and 61/2 connected to each other and via a further land network connection line 7' for connection of the modem 13 of the slave device 1' to the land network 6.

In a further development of the invention it can be provided that after execution of the test process the charge data are registered in each test device 1 and 1' are compared with the charge data acquired in the switching system 21/1 and 21/2 of the mobile communication network 2. It is additionally provided that after execution of the test process the test steps protocolled in the master device 1 are compared with those protocolled in the participating slave devices 1'.

Hereinafter the test processes which can be performed with the test device described above will be described individually in detail with reference to Fig. 3.

A first test process is directed to making the mobile subscriber 14 known in each case with emulation of one the data modules in the mobile communication network 2. For this purpose, in the master test device 1 in program-controlled succession one of the data modules is selected, activated and emulated in the mobile subscriber. For this purpose the mobile subscriber is switched on by remote control and begins via the radio interface 5 to communicate with the nearest base station system 22/1. The signalling protocol of the radio interface 5 is checked. Thereafter, from the data transmitted by the emulated data module the switching system in whose home data base (HLR) the data module is registered is determined. Here the signalling protocols between the base station system 22/1 addressed via the interface 5 and the connected switching systems 22/1 and 22/2 are checked. In addition, the function of the routing administration to the switching system in whose home data base the emulated data module is registered is checked.

In the intended use of the mobile communication network 2 these procedures are updated in each so-called location update in which the current location of a mobile subscriber equipped with a predetermined data module is updated and managed in the visitor data base (VLR) of the switching system in whose service area the mobile subscriber is currently located. Furthermore, a pointer to the switching system in which the mobile subscriber is currently located is registered in the home data base (HLR) of the switching system in which the data module is registered.

It is provided in a second test process to establish a connection between two mobile subscribers. A distinction is made here between whether the call initialisation is to

originate from the mobile subscriber of the master test device 1 or the slave test device 1'.

In a first variant the call is initiated originating from the master test device 1. With emulation of any data module in the mobile subscriber of the master test device 1, by the control processor, the telephone number associated with one of the data modules in the slave test device 1' is dialled. An essential part of this test process is the telephone number analysis in the switching system 21/1 in whose service area the master test device 1 is located, and the routing administration from this switching system 21/1 to the switching system 21/2 in whose service area the called slave test device 1' is located.

In a second variant the outgoing call is initiated by the slave test device 1'. For this purpose the slave test device 1' is requested by the master test device 1 to execute the test process; this request can be effected via an alternative connection route and is part of the synchronisation described above between the test devices 1 and 1'. With an analogous procedure in this variant of the test process the telephone number analysis is checked in the switching system 21/2 associated with the slave test device 1' and the routing administration is checked from the switching system 21/2 to the switching system 21/1 in whose service area the master test device 1 is located.

The alternative connection route here is led via the land network 6, the modem of the master test device 1 being connected via a land network line 7 to the land network exchange 61/1 and the modem of the slave test device 1' being connected via another land connection line 7' to a second land network exchange 61/2. The land network exchanges 61/1 and 61/2 are connected together in the land network 6 in a manner conforming to the network.

A further test complex relates to the establishment of connections between a mobile subscriber and a land network subscriber. The land network subscriber is represented by the modem in the respective test device 1 and 1'. In detail, in this complex four variants can be configured.

Variant A: mobile subscriber - master to modem - slave  
 Variant B: modem - master to mobile subscriber - slave  
 Variant C: mobile subscriber - slave to modem - master  
 Variant D: modem - slave to mobile subscriber - master

The test processes according to the variants A and B are initiated and executed directly by the master test device 1. The test processes according to the variants C and D are initiated starting from the master test device 1 via the

alternative route described above in the slave test device 1' and executed in accordance with the instructions by the slave test device 1'.

Test configurations going beyond this, for example the mobile subscriber calls the modem of its own test device 1 or 1' and conversely, are advantageously covered by the test processes according to variants A to D with regard to the checkable signalling protocols and routine administrations, and consequently need not be separately tested.

Below, as representative of this test complex the test process according to variant A will be described. The test processes according to variants B to D take place completely analogously with complementary network entrance points and call directions, the same protocol instances of the respective other switching system 21/1 and 21/2 being tested.

In the connection setup from mobile subscribers of the master test device 1 to the modem of the slave test device 1' according to variant A, with any desired data module of the master test device 1 the telephone number allocated to the land network line 7' of the land network 6 is dialled. When this is done, in the switching system 21/1 the routing information is determined from the dialled telephone number, according to which the call is to be passed on precisely to the switching system 21/2 which is connected via a land network access 72 directly to precisely the land network exchange 61/2 of the land network 6 to which the called modem of the slave test device 1' is connected via the land network line 7'. The telephone number analysis in the switching systems 21/1 and 21/2 and the routing administration within the mobile communication network 2 and the network crossover routing administration from the mobile communication network 2 to the land network 6 are monitored. In addition, the signalling protocols within the mobile communication network and the user part for the telephoning are tested with regard to the communication between the mobile communication network 2 and the land network 6.

The aforementioned signalling protocols are described in the publication mentioned at the beginning and consequently do not require any further explanation.

It is additionally provided that for connections between mobile subscribers the functionability of the speech channel is tested, which is operated independently of the signalling channel. For this purpose, with an established connection an audio signal of the LF generator 126 is transmitted which is selected in the frequency discriminator 125 of the respective counterpart.

It is tested here whether the connection lines between the devices of the mobile communication network 2 are exactly connected, that is the switching systems 21/1 and 21/2 to each other and the particular connected base station systems 22/1 to 22/4, since for example when the line end pair are interchanged no speech communication can be established.

All the test processes are made up as configurable program stack which is composed of command modules corresponding to the test sequence provided. The individual command modules are implemented in program files which can be executed directly on the control processor.

#### Reference numeral list

- 1, 1' test device
- 11 control processor
- 111, 113 serial interfaces
- 112 parallel interfaces
- 12 multiplex device
- 121 serial interface
- 122 parallel interface
- 123 mobile subscriber interface
- 124 card reader
- 125 frequency discriminator
- 126 LF generator
- 127 means for signal conversion
- 13 modem
- 14 mobile subscriber
- 141 communication interface
- 2 mobile communication network
- 21/1, 21/2 switching systems
- 221/ to 22/4 base station systems
- 3 SIM cards, data modules
- 5, 5' radio interface
- 6 land network
- 61/1, 61/2 land network exchanges
- 7, 7' land network connection line
- 71, 72 land network accesses.

## Claims

1. Test device for monitoring the routing administration and charge registration in a mobile communication network which consists substantially of a plurality of switching systems interlinked with each other to which base station systems can be connected, and a plurality of mobile subscribers,

- the mobile subscribers are equipped for establishing radio connection to at least one base station system,
- the switching systems consist of at least one exchange centre and a plurality of data bases for managing mobile subscriber data,

- each mobile subscriber is equipped with a card-like data module whose data are at least partially stored in a data base of one of the switching systems,

**characterized in that**

- at least one mobile subscriber (14) equipped with a wire-connected communication interface (141), a multiplex device (12) for accommodating and alternate operation of a plurality of data modules (3) and a control processor (11) are provided,
- that instead of the data module the mobile subscriber (14) has an adapter module which is connected to the multiplex device (12) in such a manner that in dependence upon the switching state of the multiplex device (12) one of the data modules (3) is emulated in the mobile subscriber (14),
- that the control processor (11) is connected to the multiplex device (12) in such a manner that in each case one of the data modules (3) can be selected and
- that the control processor (11) is connected at least virtually to the wire-connected communication interface (141) of the mobile subscriber (14).

2. Test device according to claim 1, characterized in that the multiplex device (12) comprises means for a signal transposition (127) from a communication interface (111) of the control processor (11) to the wire-connected communication interface (141) of the mobile subscriber (14).

3. Test device according to any one of claims 1 and 2, characterized in that the multiplex device (12) comprises for the speech channel test for the transmission direction an LF generator (126) with predetermined test frequency and for the receiving direction a frequency discriminator (125) tuned to the predetermined test frequency.

4. Test device according to claim 3, characterized in that the output of the LF generator (126) and the input of the

frequency discriminator (125) are connected to the wire-connected communication interface (141) of the mobile subscriber (14).

5. Test device according to any one of claims 1 to 4, characterized in that a modem (13) is provided which is connected to the communication interface (113) of the control processor (11) and via a terminal line (7) to a second communication network (2) independent of the mobile communication network (6).

6. Test device according to claim 5, characterized in that the second communication network (6) is a land network.

7. Test device according to any one of claims 1 to 6, characterized in that the pluggable data modules (3) of the same multiplex device (12) are each registered in data bases of different switching systems (21/1, 21/2) of the same mobile communication network (2).

8. Test device according to any one of claims 1 to 6, characterized in that the pluggable data modules (3) of the same multiplex device (12) are each registered in data bases of different switching systems (21/1, 21/2) of different mobile communication networks (2).

9. Test device according to any one of claims 1 to 8, characterized in that the control processor (11) is equipped with a program

- for selection in each case of one of the data modules (3),
- for processing a data-module-specifiable sequence of predefined commands for remote-control operation of the mobile subscriber (14),
- for acquiring and protocolling the individual test steps absolved by the commands and  
for acquiring and protocolling the charges incurred by the processing of the individual test steps.

10. Test device according to claim 9, characterized in that the program includes predefined commands for controlling the modem (13).

11. Test device according to any one of claims 9 and 10, characterized in that the program includes means for the event-controlled reception of synchronization commands and routing information and the protocolling thereof.

12. Method for operating the test device according to any one of claims 1 to 11, wherein for each test process at least two similar test devices (1, 1') are provided which are operated

alternately as master (1) and slave (1)', the respective master (1) being the device initiating the respective test operation and each slave (1') being a device waiting for the test operation and reacting thereto, characterized in that

- in the respective master device (1)
  - the data modules (3) are successively selected and activated, the selected and activate data module (3) being emulated in the mobile subscriber (14),
  - for each data module (3) a predefinable sequence of predefined instructions is directed to the mobile subscriber (14) in which the instructions are converted into adequate communications actions with devices (21/1, 21/2) of the mobile communication network (2),
  - each predetermined communication action is protocolled together with the associated reaction of each slave device (1') and
- that in each slave device (1')
  - each master-side requested communication request is carried out in accordance with predefined instruction sequences and
  - each master-side requested communication request is protocolled together with the associated own reaction.

13. Method according to claim 12, characterized in that each slave device (1') participating in a test process is synchronized by the respective master device (1) to the communication requests of the test process.

14. Method according to claim 13, characterized in that the synchronization of the test devices (1, 1') participating in a test process is carried out by a second communication network (6) independent of the mobile communication network (2) to be tested.

15. Method according to claim 14, characterized in that the synchronization is switched via a modem connection (13, 7, 6, 7', 13).

16. Method according to any one of claims 12 to 15, characterized in that after running of the test process the charge data protocolled in each test device (1, 1') are compared with the charge data acquired in the switching systems (21/1, 21/2) of the mobile communication network (2).

17. Method according to any one of claims 12 to 15, characterized in that after running of the test process the test steps protocolled in the master device (1) are compared with those protocolled in the participating slave devices (1').





## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Testeinrichtung zur Überprüfung der Leitweglenkung und Gebührenerfassung in einem Mobilkommunikationsnetz sowie ein Verfahren zu dessen Betrieb.

Mobilkommunikationsnetze sind hinsichtlich ihres Aufbaus bekannt und insbesondere in Jacek Biala "Mobilfunk und intelligente Netze", Friedrich Vieweg & Sohn Verlagsgesellschaft mbH, Braunschweig/Wiesbaden, 1995 ausführlich beschrieben.

Ein derartiges Mobilkommunikationsnetz besteht im wesentlichen aus einer Mehrzahl untereinander vernetzter Vermittlungssysteme an die sogenannte Basisstationssysteme anschließbar sind sowie einer Vielzahl von Mobilteilnehmern. Die Vermittlungssysteme bestehen dabei zumindest aus einer Vermittlungseinrichtung und einer Mehrzahl von Datenbanken zur Verwaltung von Mobilteilnehmerdaten. Die im Zusammenhang mit der Erfindung wichtigsten Datenbanken sind die Heimatdatenbank (HLR, Home Location Register), die Besucherdatenbank (VLR, Visitors Location Register) und die Authentisierungszentrale (AUC, Authentication Center). Darüber hinaus weisen die Vermittlungssysteme des Mobilkommunikationsnetzes Schnittstellen zu anderen Kommunikationsnetzen auf.

In der Heimatdatenbank, HLR, werden die Stammdaten eines jeden Kunden gespeichert. Hier stehen permanente Kundendaten wie beispielsweise die internationale Teilnehmernummer (IMSI, International Mobile Subscriber Identity), die internationale Mobilteilnehmerrufnummer (MSISDN, Mobil Station ISDN Number), der Authentisierungsschlüssel und auch temporäre Daten wie beispielsweise die Adresse der Besucherdatenbank (VLR-Adresse) des letzten bzw. aktuellen Aufenthaltsortes des Mobilteilnehmers.

In der Besucherdatenbank (VLR) werden die Daten aller Kunden und Mobilstationen gespeichert, die im Einzugsbereich der entsprechenden Vermittlungseinrichtung aktiv sind.

Mit Hilfe der Authentisierungszentrale (AUC), die der Heimatdatenbank (HLR) angegliedert ist, ist prüfbar, ob ein Kunde im Besitz einer gültigen SIM-Karte ist und somit die Berechtigung zur Inanspruchnahme von Diensten des Mobilkommunikationsnetzes aufweist. Dabei ist die SIM-Karte (Subscriber Identity Module) zusammen mit einer persönlichen Identifikationsnummer der physische Teil der Zugangsberechtigung zu Diensten des Mobilkommunikationsnetzes. Jeder mit einer Berechtigungskarte (SIM) ausgestattete Mobilteilnehmer ist in der Lage mit mindestens einem Basisstationssystem in Funkverbindung zu treten.

Die Basisstationssysteme umfassen alle Mittel zur Kommunikation mit einer Mehrzahl von Mobilteilnehmern und zur bidirektionalen Weiterleitung empfangener und zu sendender Signale zur und von der angeschlossenen Vermittlungseinrichtung.

In einem derartigen Mobilkommunikationsnetz treten sowohl in der Aufbauphase als auch während des laufenden Betriebes häufig Änderungen in der Netzkonfiguration ein, die durch punktuelle Softwareaktualisierung einzelner Vermittlungssysteme oder durch Erweiterungen der physischen Netzstruktur infolge zusätzlicher Basisstationen hervorgerufen werden, in deren Folge zumindest Teile des Mobilkommunikationsnetzes hinsichtlich ihrer Funktionsfähigkeit zu testen sind. Die Testvorgänge umfassen dabei Signalisierungsprozeduren, Kanalauf- und -abbau sowie die Leitweg-

lenkung und Gebührenerfassung.

Die Leitweglenkung, das sogenannte Routing, umfaßt alle Vorgänge zur Auswahl von Netzverknüpfungen zwischen verschiedenen Vermittlungssystemen zur Herstellung einer Verbindung zwischen einem im Einzugsbereich eines ersten Vermittlungssystems rufenden Teilnehmers und einem im Einzugsbereich eines zweiten Vermittlungssystems angeordneten angerufenen Teilnehmers. Darüber hinaus ist die Konsistenz der in den angegliederten Datenbanken jedes Vermittlungssystems enthaltenen Daten zu prüfen.

Infolge der Vielzahl von Signalisierungsmöglichkeiten und gegenseitiger Herstellung von Gesprächsverbindungen sind derartige Tests sehr aufwendig und stellen zudem eine zusätzliche Belastung der Netzkapazität dar. Wenngleich diese Tests vornehmlich in verkehrsschwachen Zeiten, insbesondere während der Nacht, durchgeführt werden, ist der Zeitaufwand für die vollständige Austestung aller Systemeigenschaften zumindest bei manueller Durchführung so zeitaufwendig, daß das Zeitfenster der verkehrsschwachen Zeit oft nicht ausreicht. Andererseits ist es erforderlich, alle vorgenommenen Änderungen vor der Freigabe der Systembestandteile für gebührenpflichtige Nutzer ausgiebig und umfassend getestet zu haben.

Es ist bekannt in der Entwicklungs-, Aufbau- und Inbetriebnahmephase eines GS komplexe Testsysteme zur Anwendung zu bringen.

So sind z. B. in dem Aufsatz "Teststrategien, Meßgeräte und -systeme im GSM", ntz, 1994, Heft 9 und 10, Seiten 654 bis 658 und 726 bis 732, Testverfahren für die folgenden Testaufgaben beschrieben:

- Test der physikalischen Parameter
- Protokolltest — Test einzelner Protokollmechanismen
- Test des Protokollablaufs von Funktion und Diensten
- Test der Leistungsfähigkeit des Netzes- oder von Komponenten
- Test der Qualität der Dienste
- Test des Protokoll- und Lastverhaltens
- Test des Mobilvermittlungssystems
- Test des Basisstationssubsystems
- Test der Basisstations-, Sende- und Empfangseinrichtung
- Test der Mobilstationen und
- Test des Übergangs vom GSM in das Festnetz.

Die Vielzahl der erforderlichen Tests stellt hinsichtlich zeitlichem und gerätemäßigem Aufwand hohe Anforderungen an den Netzbetreiber.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, die Vielzahl der erforderlichen Tests zu automatisieren und dabei hinsichtlich der vorgenommenen Änderungen in dem zu testenden Mobilkommunikationsnetz zu systematisieren und den änderungsindividuellen Testablauf zu betreiben.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit den Mitteln der Patentansprüche 1 und 12 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Patentansprüchen 2 bis 11 sowie 13 bis 17 beschrieben.

Die Erfindung wird nachstehend anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Unter Bezugnahme auf Fig. 3 wird von einem für sich bekannten Mobilkommunikationsnetz 2 ausgegangen, das im wesentlichen aus einer Mehrzahl untereinander vernetzter Vermittlungssysteme 21/1 und 21/2 besteht,

die mit Basisstationssystemen 22/1 bis 22/4 verbunden sind. Des weiteren gehören Mobilteilnehmer zum Mobilkommunikationsnetz 2, die jeweils mit einem kartenartigen Datenmodul ausgestattet sind und mit mindestens einem Basisstationssystem 22/1 bis 22/4 in Funkverbindung treten können.

Dabei besteht jedes Vermittlungssystem 21/1 und 21/2 aus einer Vermittlungseinrichtung und einer Mehrzahl von Datenbanken zur Verwaltung von Mobilteilnehmerdaten. Diese Datenbanken umfassen die Heimatdatenbank (HLR), in der die Stammdaten eines jeden Kunden gespeichert werden, die Besucherdatenbank (VLR), in der die Daten aller Kunden und Mobilteilnehmer gespeichert werden, die sich aktuell im Einzugsbereich des jeweiligen Vermittlungssystems 21/1 und 21/2 befinden, die Authentisierungszentrale (AUC), mit der geprüft wird, ob ein Kunde im Besitz eines gültigen Datenmoduls (SIM-Karte) ist, und das Geräte-Identitätsregister (EIR), in dem die Seriennummern der Mobilteilnehmer gespeichert werden.

Darüber hinaus werden in der Heimatdatenbank (HLR) die internationale Teilnehmerkennung (IMSI), die internationale Mobilteilnehmerrufnummer (MSISDN), der Authentisierungsschlüssel und ein Zeiger auf dasjenige Vermittlungssystem 21/1 und 21/2, in dessen Einzugsbereich sich ein in der Heimatdatenbank (HLR) registrierter Mobilteilnehmer aktuell befindet oder zuletzt befunden hat.

Jedes Vermittlungssystem 21/1 und 21/2 kann darüber hinaus Schnittstellen bzw. Zugänge 71 und 72 zu anderen Kommunikationsnetzen 6 aufweisen.

Die Basisstationssysteme 22/1 bis 22/3 umfassen jeweils Basisstationen und zugehörige Steuereinrichtungen.

Die Testeinrichtung 1 zur Überprüfung der Leitweglenkung und der Gebührenerfassung in einem derartigen Mobilkommunikationsnetz 2 weist gemäß Fig. 1 einen Steuerrechner 11, eine Multiplexereinrichtung 12 und einen Mobilteilnehmer 14 auf, wobei der Mobilteilnehmer 14 eine drahtgebundene Kommunikationsschnittstelle 141 aufweist. Beispielsweise verfügt das Gerät GH 198 der Fa. Ericsson neben der drahtlosen Funkschnittstelle 5 zum Mobilkommunikationsnetz 2 über eine drahtgebundene serielle Schnittstelle, über die das Betätigen aller Zifferntasten und der Befehlstasten emulierbar ist und über die der Status des Geräts auslesbar ist. Anstelle des einzufügenden Datenmoduls weist der Mobilteilnehmer 14 ein Adaptermodul auf, das elektrisch mit der Kommunikationsschnittstelle 141 verbunden ist.

Die Multiplexereinrichtung 12 ist zur Aufnahme und wechselweisen Bedienung einer Mehrzahl von Datenmodulen ausgestattet. Zweckmäßigerweise sind die in der Multiplexereinrichtung 12 bedienbaren Datenmodule in Heimatdatenbanken (HLR) verschiedener Vermittlungssysteme 21/1 und 21/2 registriert. Die Multiplexereinrichtung 12 weist eine Mobilteilnehmerschnittstelle 123 auf, die mit der Kommunikationsschnittstelle 141 des Mobilteilnehmers 14 verbunden ist. Darüber hinaus weist die Multiplexereinrichtung 12 eine serielle Schnittstelle 121 und eine parallele Schnittstelle 122 zur Kommunikation mit dem Steuerrechner 11 auf.

Der Steuerrechner 11 weist mindestens eine serielle Schnittstelle 111 und eine parallele Schnittstelle 112 auf, die typgerecht mit der seriellen Schnittstelle 121 und der parallelen Schnittstelle 122 der Multiplexereinrichtung 12 verbunden sind. Der Steuerrechner 11 ist dabei derart mit der Multiplexereinrichtung 12 verbunden, daß

jeweils eines der Datenmodule in der Multiplexereinrichtung 12 selektiert ist und daß genau jenes selektierte Datenmodul im Mobilteilnehmer 14 über das Adaptermodul emuliert ist.

Der Steuerrechner 11 weist darüber hinaus für sich bekannte Speichermittel auf, in denen ein Programm geladen ist, das den Ablauf der einzelnen Testroutinen und deren Aufeinanderfolge bestimmt. Dazu ist der Steuerrechner 11 zumindest virtuell mit der drahtgebundenen Kommunikationsschnittstelle 141 des Mobilteilnehmers 14 verbunden.

Darüber hinaus weist der Steuerrechner 11 Mittel zur Protokollierung der Testroutinen und der während der Tests anfallenden Gebühren auf. Zweckmäßigerweise ist der Steuerrechner als für sich bekannter Personalcomputer ausgeführt.

Vorteilhafterweise sind mit einer derartig ausgestatteten Testeinrichtung bereits im Wege der Signalisierungsverkehrs die Abarbeitungsschritte der Leitweglenkung von und zu verschiedenen Vermittlungssystemen entsprechend der gewählten Rufnummer und der heimatlichen Registrierung der verwendeten Datenmodule effizient und vollständig in kurzer Zeit und zu beliebigen Zeiten prüfbar.

In Ausgestaltung der Erfindung weist die Multiplexereinrichtung 12 gemäß Fig. 2 Mittel zur Signalumsetzung 127 von der seriellen Schnittstelle 111 des Steuerrechners 11, die mit der seriellen Schnittstelle 121 der Multiplexereinrichtung 12 verbunden ist, zu der drahtgebundenen Kommunikationsschnittstelle 141 des Mobilteilnehmers 14, die mit der Mobilteilnehmerschnittstelle 123 verbunden ist, auf. Vorteilhafterweise werden damit unterschiedliche Signalpegel zwischen dem Steuerrechner 11 und dem Mobilteilnehmer 14 überbrückt.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist die Multiplexereinrichtung 12 zum Sprachkanaltest für die Sende- und Empfangsrichtung mit einem NF-Generator 126 mit vorgegebener Testfrequenz und für die Empfangsrichtung mit einem auf diese vorgegebene Testfrequenz abgestimmten Frequenzdiskriminator 125 ausgestattet. Dabei sind der Ausgang des NF-Generators 126 und der Eingang des Frequenzdiskriminator 125 mit der Mobilteilnehmerschnittstelle 123 der Multiplexereinrichtung 12 verbunden.

Der Ausgang des Frequenzdiskriminator 125 ist mit der seriellen Schnittstelle 121 der Multiplexereinrichtung 12 verbunden. An diesem Ausgang ist das Vorliegen oder Fehlen der empfangenen Testfrequenz detektierbar.

Vorteilhafterweise sind mit diesen Mitteln neben der Überprüfung der Leitweglenkung auch Prüfungen des für die Sprachkommunikation erforderlichen Verkehrskanals möglich.

Weiterhin ist in Fig. 2 ein Kartenleser 124 dargestellt, der geeignet ist, eine Mehrzahl von Datenmodulen 3 aufzunehmen und selektiv zu aktivieren. Der Kartenleser 124 ist steuerseitig mit der parallelen Schnittstelle 122 der Multiplexereinrichtung 12 und datenseitig mit der Mobilteilnehmerschnittstelle 123 verbunden.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist ein Modem 13 vorgesehen, das an eine serielle Schnittstelle 113 des Steuerrechners 11, siehe hierzu Fig. 1, angeschlossen ist und über eine Anschlußleitung 7 mit einem vom Mobilkommunikationsnetz 2 unabhängigen zweiten Kommunikationsnetz 6 verbindbar ist. Als zweites Kommunikationsnetz 6 kann dabei ein Festnetz vorgesehen sein.

Vorteilhafterweise sind über das zweite Kommunika-

tionsnetz 6 mehrere gleichartig aufgebaute Testeinrichtungen 1 unabhängig von Einrichtungen des zu testenden Mobilkommunikationsnetzes 2 hinsichtlich der jeweils vorgesehenen Testschritte aufeinander synchronisierbar.

Zur Überprüfung der Leitweglenkung innerhalb des Mobilkommunikationsnetzes 2 ist vorgesehen, daß die steckbaren Datenmodule 3 derselben Multiplexereinrichtung 12 jeweils in Heimatdatenbanken verschiedener Vermittlungssysteme 21/1 und 21/2 desselben Mobilkommunikationsnetzes 2 registriert sind.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist zur Überprüfung der Leitweglenkung zwischen verschiedenen Mobilkommunikationsnetzes 2 vorgesehen, daß die steckbaren Datenmodule 3 derselben Multiplexereinrichtung 12 jeweils in Heimatdatenbanken verschiedener Vermittlungssysteme 21/1 und 21/2 verschiedener Mobilkommunikationsnetze 2 registriert sind.

Beim Verbindungsaufbau wird in Abhängigkeit von dem selektierten Datenmodul 3 zunächst die Heimatdatenbank des Vermittlungssystems, bei dem das selektierte Datenmodul registriert ist, auf die Berechtigungen zum Netzzugang zum Mobilkommunikationsnetz 2 abgefragt. Unabhängig davon, ob das befragte Vermittlungssystem Bestandteil des Mobilkommunikationsnetzes 2, von dem der Verbindungsaufbau initiiert wird, ist, erfolgt ein Signalisierungsverkehr dessen Ablauf Rückschlüsse auf die Schritte der Leitweglenkung sowohl netzintern als auch netzübergreifend gestattet. In Abhängigkeit von der gewählten Rufnummer wird in darüber hinausgehendem Signalisierungsverkehr die Heimatdatenbank des Vermittlungssystems, in dem der gerufene Mobilteilnehmer registriert ist, angesprochen, das einen Zeiger auf das Vermittlungssystem zurückgibt, in dessen Einzugsbereich sich der gerufene Mobilteilnehmer aktuell befindet oder zuletzt befunden hat. In besonders vorteilhafter Weise kann dabei sowohl das Vermittlungssystem, das die Heimatdatenbank des gerufenen Mobilteilnehmers umfaßt, als auch das Vermittlungssystem, in dessen Einzugsbereich sich der Mobilteilnehmer befindet oder zuletzt befunden hat, sowohl innerhalb als auch außerhalb des Mobilkommunikationsnetzes 2 befinden, von dem der Verbindungsaufbau initiiert wird.

Mit anderen Worten ist in dieser Ausgestaltung auch die Funktion des sogenannten "international roaming" prüfbar, bei dem regelmäßig national begrenzte Mobilkommunikationsnetze 2 verlassen werden. Dabei kann sowohl die Rufinitialisierung von einem fremden Mobilkommunikationsnetz ausgehend an einen Mobilteilnehmer im zu prüfenden Mobilkommunikationsnetz 2 gerichtet sein, als auch von dem zu prüfenden Mobilkommunikationsnetz 2 ausgehend an einen Mobilteilnehmer in einem fremden Mobilkommunikationsnetz gerichtet sein. Dabei kann sowohl der rufende als auch der gerufene Mobilteilnehmer in dem zu prüfenden Mobilkommunikationsnetz 2 registriert sein, aber sich aktuell im Einzugsbereich eines fremden Mobilkommunikationsnetzes aufhalten.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß der Steuerrechner 11 mit einem Programm zur Selektion jeweils eines der Datenmodule 3, zur Abarbeitung einer datenmodulspezifisierbaren Folge vordefinierter Befehle zur ferngesteuerten Bedienung des Mobilteilnehmers 14, zur Erfassung und Protokollierung der einzelnen, durch die Befehle absolvierten Testschritte und zur Erfassung und Protokollierung der durch die Abarbeitung der einzelnen Testschritte verursachten

Gebühren ausgestattet ist. Zweckmäßigerweise umfaßt der Befehlsvorrat dabei mindestens:

- a) einen Befehl, mit dem der Mobilteilnehmer eingeschaltet sowie der Initialisierungsvorgang mit einem selektierten Datenmodul 3 angestoßen und überwacht wird,
- b) einen Befehl, der den Gesprächsaufbau von Mobilteilnehmer 14 der Testeinrichtung 1 zu einer vorgebbaren Testrufnummer startet, für eine vorgegebene Dauer hält und überwacht,
- c) einen Befehl zur Initiierung einer Verbindung vom Mobilteilnehmer 14 der Testeinrichtung 1 zu einem vorgebbaren Mobilteilnehmer 14, der Bestandteil einer gleichartig aufgebauten zweiten Testeinrichtung 1' ist,
- d) einen Befehl zum Aufbau einer Verbindung zwischen dem Mobilteilnehmer 14 der Testeinrichtung 1 zum Modem 13 einer zweiten Testeinrichtung 1',
- e) einen Befehl zum Aufbau einer Verbindung zwischen dem Modem 13 der Testeinrichtung 1 zum Mobilteilnehmer 14 einer vorgebbaren zweiten Testeinrichtung 1'.

Darüber hinaus können Befehle zur Kommunikation zwischen den Modems 13 der Testeinrichtungen 1 und 1' vorgesehen sein. Weiterhin kann vorgesehen sein, daß das Programm Mittel zum ereignisgesteuerten Empfang von Synchronisationsbefehlen und Leitweginformationen und deren Protokollierung umfaßt. Im einzelnen kann dazu vorgesehen sein, daß die den Testvorgang initiierende Testeinrichtung 1 über einen Verbindungsweg im alternativen Kommunikationsnetz 6 eine vorgebbare andere Testeinrichtung 1' über einen Anruf darauf vorbereitet, daß in einem vorgegebenen Zeitfenster ein Verbindungsaufbau von einer bestimmten Testeinrichtung aus vorgenommen wird.

Neben Testvorgängen, die sich im wesentlichen auf den Austausch von Signalisierungsinformationen zwischen einer Testeinrichtung 1 und einem oder mehreren der Vermittlungssysteme 21/1 und 21/2 beziehen, werden mit dem Gegenstand der Erfindung Testvorgänge ermöglicht, die zwischen zwei Endeinrichtungen ausgeführt werden. Dazu werden mindestens zwei gleichartige Testeinrichtungen 1 und 1' vorgesehen, die wechselweise als Master 1 und Slave 1' betrieben werden, wobei der jeweilige Master 1 die den jeweiligen Testvorgang initialisierende Einrichtung und jeder Slave 1' eine auf den Testvorgang wartende und reagierende Einrichtung ist. Im einzelnen ist dabei vorgesehen, daß in der jeweiligen Mastereinrichtung 1 die Datenmodule 3 aufeinanderfolgend selektiert und aktiviert werden, wobei das selektierte und aktivierte Datenmodul im Mobilteilnehmer 14 emuliert wird. Für jedes Datenmodul wird eine vorgebbare Folge vordefinierter Anweisungen an den Mobilteilnehmer 14 gerichtet, in dem die Anweisungen in adäquate Kommunikationsaktionen mit Einrichtungen des Mobilkommunikationsnetzes 2 umgesetzt werden. Dazu werden über die Funkschnittstelle 5 Informationen mit einem der Basisstationssysteme 22/1 bis 22/4 ausgetauscht, die jeweils mit einem der Vermittlungssysteme 21/1 oder 21/2 verbunden sind. Darüber hinaus werden in der jeweiligen Mastereinrichtung 1 jede der vorgegebenen Kommunikationsaktionen zusammen mit der zugehörigen Reaktion jeder Slaveeinrichtung 1' protokolliert.

In jeder Slaveeinrichtung 1' wird jede masterseitig verlangte Kommunikationsanforderung entsprechend

vordefinierter Anweisungsfolgen ausgeführt und jede masterseitig verlangte Kommunikationsanforderung zusammen mit der zugehörigen eigenen Reaktion protokolliert.

In vorteilhafter Weise ergibt sich aus der zweiseitigen Protokollierung sowohl auf seiten der jeweiligen Mastereinrichtung 1 als auch auf seiten der jeweiligen Slaveeinrichtung 1', daß auftretende Fehler während jeder einzelnen Testprozedur transparent werden, indem die im fehlerfreien Fall identischen Protokolle auf Abweichungen verglichen werden.

Darüber hinaus kann vorgesehen sein, daß jede an einem Testvorgang beteiligte Slaveeinrichtung 1' durch die jeweilige Mastereinrichtung 1 auf die Kommunikationsanforderungen des Testvorganges synchronisiert wird.

Im einzelnen kann dabei vorgesehen sein, die vorgesehene Slaveeinrichtung 1' zu aktivieren, auf einen eingehenden Anruf vorzubereiten und in einen Schlummerzustand zu versetzen, wobei der tatsächlich eingehende Anruf die beteiligte Slaveeinrichtung 1' aus dem Schlummerzustand in den aktiven Zustand versetzt.

Dabei kann im weiteren vorgesehen sein, daß diese Synchronisation der an einem Testvorgang beteiligten Testeinrichtungen 1 und 1' über ein zweites, vom zu testenden Mobilkommunikationsnetz 2 unabhängiges Kommunikationsnetz 6 durchgeführt wird. Dabei kann vorgesehen sein, daß die Synchronisation über eine Modemverbindung geschaltet wird. Ausgehend vom Modem 13 der Mastereinrichtung 1 wird dabei über eine Festnetzanschlußleitung 7 zur Verbindung mit dem Festnetz 6, das aus einer Mehrzahl untereinander verbundener Festnetzvermittlungsstellen 61/1 und 61/2 aufgebaut ist und über eine weitere Festnetzanschlußleitung 7' zur Verbindung des Modems 13 der Slaveeinrichtung 1' mit dem Festnetz 6 verbunden ist.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß nach Ablauf des Testvorganges die in jeder Testeinrichtung 1 und 1' protokollierten Gebührenrendaten mit den in dem Vermittlungssystem 21/1 und 21/2 des Mobilkommunikationsnetzes 2 umfaßten Gebührenrendaten verglichen werden. Darüber hinaus ist vorgesehen, daß nach Ablauf des Testvorganges die in der Mastereinrichtung 1 protokollierten Testschritte mit denen der in den beteiligten Slaveeinrichtungen 1' protokollierten Testschritten verglichen werden.

Nachstehend werden die mit der oben beschriebenen Testeinrichtung durchführbaren Testvorgänge im einzelnen unter Bezugnahme auf Fig. 3 näher beschrieben.

Ein erster Testvorgang ist darauf ausgerichtet, den Mobilteilnehmer 14 jeweils unter Emulation eines der Datenmodule im Mobilkommunikationsnetz 2 bekanntzumachen. Dazu wird in der Master-Testeinrichtung 1 programmgesteuert nacheinander jeweils eines der Datenmodule selektiert, aktiviert und im Mobilteilnehmer emuliert. Dazu wird der Mobilteilnehmer ferngesteuert eingeschaltet, der sodann beginnt, über die Funkschnittstelle 5 mit dem nächstgelegenen Basisstationssystem 22/1 zu kommunizieren. Dabei wird das Signalisierungsprotokoll der Funkschnittstelle 5 überprüft. Im weiteren wird aus den vom emulierten Datenmodul übertragenen Daten das Vermittlungssystem ermittelt, in dessen Heimatdatenbank (HLR) das Datenmodul registriert ist. Dabei werden die Signalisierungsprotokolle zwischen dem über die Funkschnittstelle 5 angesprochenen Basisstationssystem 22/1 und dem angeschlossenen Vermittlungssystemen 21/1 und 21/2 überprüft. Darüber hinaus wird die Funktionsweise der Leitweg-

lenkung zu dem Vermittlungssystem überprüft, in dessen Heimatdatenbank das emulierte Datenmodul registriert ist.

Beim bestimmungsgemäßen Gebrauch des Mobilkommunikationsnetzes 2 werden diese Prozeduren bei jedem sogenannten "location update", bei dem der aktuelle Aufenthaltsort eines mit einem bestimmten Datenmodul ausgestatteten Mobilteilnehmers aktualisiert und in der Besucherdatenbank (VLR) des Vermittlungssystems, in dessen Einzugsbereich sich der Mobilteilnehmer aktuell befindet, verwaltet wird. Darüber hinaus wird in der Heimatdatenbank (HLR) des Vermittlungssystems, in der das Datenmodul registriert ist, ein Zeiger auf das Vermittlungssystem hinterlegt, in dem sich der Mobilteilnehmer aktuell aufhält.

In einem zweiten Testvorgang ist vorgesehen, eine Verbindung zwischen zwei Mobilteilnehmern herzustellen. Dabei wird unterschieden, ob die Rufinitialisierung vom Mobilteilnehmer der Master-Testeinrichtung 1 oder der Slave-Testeinrichtung 1' ausgehen soll.

In einer ersten Variante wird der Ruf ausgehend von der Master-Testeinrichtung 1 initiiert. Dabei wird unter Emulation eines beliebigen Datenmoduls im Mobilteilnehmer der Master-Testeinrichtung 1, durch den Steuerrechner initiiert, die Rufnummer, die zu einem der Datenmodule in der Slave-Testeinrichtung 1' gehört, gewählt. Wesentlicher Bestandteil dieses Testvorganges ist die Rufnummernanalyse in dem Vermittlungssystem 21/1, in dessen Einzugsbereich sich die Master-Testeinrichtung 1 befindet, und die Leitweglenkung von diesem Vermittlungssystem 21/1 zu dem Vermittlungssystem 21/2, in dessen Einzugsbereich sich die gerufenen Slave-Testeinrichtung 1' befindet.

In einer zweiten Variante wird der abgehende Ruf von der Slave-Testeinrichtung 1' initiiert. Dazu wird die Slave-Testeinrichtung 1' von der Master-Testeinrichtung 1 zum Ablauf des Testvorganges aufgefordert, wobei diese Aufforderung über einen alternativen Verbindungsweg erfolgen kann und Bestandteil der oben beschriebenen Synchronisation zwischen den Testeinrichtungen 1 und 1' ist. Bei analoger Vorgehensweise wird in dieser Variante des Testvorganges die Rufnummernanalyse in dem der Slave-Testeinrichtung 1' zugeordneten Vermittlungssystem 21/2 sowie die Leitweglenkung von dem Vermittlungssystem 21/2 zu dem Vermittlungssystem 21/1, in dessen Einzugsbereich sich die Master-Testeinrichtung 1 befindet, überprüft.

Der alternative Verbindungsweg wird dabei über das Festnetz 6 geführt, wobei das Modem der Master-Testeinrichtung 1 über eine Festnetzanschlußleitung 7 mit Festnetzvermittlungsstelle 61/1 verbunden ist und das Modem der Slave-Testeinrichtung 1' über eine andere Festnetzanschlußleitung 7' mit einer zweiten Festnetzvermittlungsstelle 61/2 verbunden ist. Die Festnetzvermittlungsstellen 61/1 und 61/2 sind im Festnetz 6 netztypisch miteinander verbunden.

Ein weiterer Prüfkomples betrifft die Herstellung von Verbindungen zwischen einem Mobilteilnehmer und einem Festnetzteilnehmer. Dabei wird der Festnetzteilnehmer durch das Modem in der jeweiligen Testeinrichtung 1 und 1' dargestellt. Im einzelnen sind in diesem Komplex vier Varianten konfigurierbar:

- Variante A: Mobilteilnehmer — Master an Modem — Slave
- Variante B: Modem — Master an Mobilteilnehmer — Slave
- Variante C: Mobilteilnehmer — Slave an Modem —



Master  
Variante D: Modem — Slave an Mobilteilnehmer —  
Master

Dabei werden die Testvorgänge nach den Varianten A und B direkt durch die Master-Testeinrichtung 1 initiiert und ausgeführt. Die Testvorgänge nach den Varianten C und D werden ausgehend von der Master-Testeinrichtung 1 über den oben beschriebenen alternativen Verbindungsweg in der Slave-Testeinrichtung 1' initiiert und von der Slave-Testeinrichtung 1' auftragsgemäß ausgeführt.

Darüber hinausgehende Testkonfigurationen, wie beispielsweise Mobilteilnehmer ruft Modem der eigenen Testeinrichtung 1 oder 1' und umgekehrt, werden hinsichtlich der prüfbar Signalisierungsprotokolle und Leitweglenkungen in vorteilhafter Weise durch die Testvorgänge nach den Varianten A bis D mit abgedeckt und brauchen daher nicht separat geprüft zu werden.

Im weiteren wird stellvertretend für diesen Prüfkomples der Testvorgang nach Variante A beschrieben. Die Testvorgänge nach den Varianten B bis D erfolgen völlig analog bei jeweils komplementären Netzeintrittspunkten sowie Rufrichtungen, wobei dieselben Protokollinstanzen des jeweils anderen Vermittlungssystems 21/1 oder 21/2 geprüft werden.

Beim Verbindungsaufbau von Mobilteilnehmern der Master-Testeinrichtung 1 zum Modem der Slave-Testeinrichtung 1' gemäß Variante A wird mit einem beliebigen Datenmodul der Master-Testeinrichtung 1 die Rufnummer, die der Festnetzanschlußleitung 7' des Festnetzes 6 zugeordnet ist, gewählt. Dabei wird in dem Vermittlungssystem 21/1 aus der gewählten Rufnummer die Leitweginformation ermittelt, wonach der Ruf an genau das Vermittlungssystem 21/2 weiterzuleiten ist, das über einen Festnetzzugang 72 direkt mit genau der Festnetzvermittlungsstelle 61/2 des Festnetzes 6 verbunden ist, mit der das gerufene Modem der Slave-Testeinrichtung 1' über die Festnetzanschlußleitung 7' verbunden ist. Dabei werden die Rufnummernanalyse in den Vermittlungssystemen 21/1 und 21/2 sowie die Leitweglenkung innerhalb des Mobilkommunikationsnetzes 2 und die netzübergreifende Leitweglenkung vom Mobilkommunikationsnetz 2 zum Festnetz 6 überprüft. Darüber hinaus werden die Signalisierungsprotokolle innerhalb des Mobilkommunikationsnetzes 2 sowie der Anwenderteil für das Fernsprechen in Bezug auf die Kommunikation zwischen dem Mobilkommunikationsnetz 2 und dem Festnetz 6 geprüft.

Die o. g. Signalisierungsprotokolle sind in der eingangs erwähnten Veröffentlichung beschrieben und bedürfen daher als solche keiner weiteren Erläuterung.

Darüber hinaus ist vorgesehen, bei Verbindungen zwischen Mobilteilnehmern die Funktionsfähigkeit des Sprachkanals zu testen, der unabhängig vom Signalisierungskanal betrieben wird. Dazu wird bei bestehender Verbindung ein Tonsignal des NF-Generators 126 gesendet, das im Frequenzdiskriminator 125 der jeweiligen Gegenstelle selektiert wird. Dabei wird getestet, ob die Verbindungsleitungen zwischen den Einrichtungen des Mobilkommunikationsnetzes 2, also den Vermittlungssystemen 21/1 und 21/2 untereinander sowie zwischen den Vermittlungssystemen 21/1 und 21/2 und den jeweils angeschlossenen Basisstationssystemen 22/1 bis 22/4, exakt angeschlossen sind, da beispielsweise beim Vertauschen der paarigen Leitungsenden eine Sprachkommunikation nicht zustande kommt.

Alle Testvorgänge sind als konfigurierbare Programmstapel, die aus Befehlsmodulen entsprechend dem vorgesehenen Testablauf zusammengesetzt sind, aufgebaut. Die einzelnen Befehlsmodule sind in auf dem Steuerrechner 11 direkt ausführbare Programmdateien realisiert.

#### Bezugszeichenliste

- 1, 1' Testeinrichtung
- 11 Steuerrechner
- 111, 113 serielle Schnittstellen
- 112 parallele Schnittstelle
- 12 Multiplexereinrichtung
- 121 serielle Schnittstelle
- 122 parallele Schnittstelle
- 123 Mobilteilnehmerschnittstelle
- 124 Kartenleser
- 125 Frequenzdiskriminator
- 126 NF-Generator
- 127 Mittel zur Signalumsetzung
- 13 Modem
- 14 Mobilteilnehmer
- 141 Kommunikationsschnittstelle
- 2 Mobilkommunikationsnetz
- 21/1, 21/2 Vermittlungssysteme
- 22/1 bis 22/4 Basisstationssysteme
- 3 SIM-Karten, Datenmodule
- 5, 5' Funkschnittstelle
- 6 Festnetz
- 61/1, 61/2 Festnetzvermittlungsstellen
- 7, 7' Festnetzanschlußleitung
- 71, 72 Festnetzzugang

#### Patentansprüche

1. Testeinrichtung zur Überprüfung der Leitweglenkung und Gebührenerfassung in einem Mobilkommunikationsnetz, das im wesentlichen aus einer Mehrzahl untereinander vernetzter Vermittlungssysteme, an die Basisstationssysteme anschließbar sind, und einer Mehrzahl Mobilteilnehmer besteht, wobei

- die Mobilteilnehmer mit mindestens einem Basisstationssystem in Funkverbindung zu treten ausgerüstet sind,
- die Vermittlungssysteme zumindest aus einer Vermittlungseinrichtung und einer Mehrzahl von Datenbanken zur Verwaltung von Mobilteilnehmerdaten bestehen,
- jeder Mobilteilnehmer mit einem kartenartigen Datenmodul ausgestattet ist, dessen Daten in einer Datenbank einer der Vermittlungssysteme zumindest teilweise gespeichert sind, dadurch gekennzeichnet,
- daß mindestens ein mit einer drahtgebundenen Kommunikationsschnittstelle (141) ausgestatteter Mobilteilnehmer (14), eine Multiplexereinrichtung (12) zur Aufnahme und wechselweisen Bedienung einer Mehrzahl von Datenmodulen (3) und ein Steuerrechner (11) vorgesehen sind,
- daß der Mobilteilnehmer (14) anstelle des Datenmoduls ein Adaptermodul aufweist, das mit der Multiplexereinrichtung (12) derart verbunden ist, daß in Abhängigkeit vom Schaltzustand der Multiplexereinrichtung (12) eines der Datenmodule (3) in dem Mobilteilnehmer (14)

- emuliert ist,  
 — daß der Steuerrechner (11) mit der Multiplexereinrichtung (12) derart verbunden ist, daß jeweils eines der Datenmodule (3) selektierbar ist und  
 — daß der Steuerrechner (11) zumindest virtuell mit der drahtgebundenen Kommunikationsschnittstelle (141) des Mobilteilnehmers (14) verbunden ist.
2. Testeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Multiplexereinrichtung (12) Mittel zur Signalumsetzung (127) von einer Kommunikationsschnittstelle (111) des Steuerrechners (11) zu der drahtgebundenen Kommunikationsschnittstelle (141) des Mobilteilnehmers (14) aufweist.
3. Testeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Multiplexereinrichtung (12) zum Sprachkanaltest für die Sende- richtung einen NF-Generator (126) mit vorgegebener Testfrequenz und für die Empfangsrichtung einen auf die vorgegebene Testfrequenz abgestimmten Frequenzdiskriminator (125) umfaßt.
4. Testeinrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Ausgang des NF-Generators (126) und der Eingang des Frequenzdiskriminator (125) mit der drahtgebundenen Kommunikationsschnittstelle (141) des Mobilteilnehmers (14) verbunden sind.
5. Testeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, daß ein Modem (13) vorgesehen ist, das an eine Kommunikationsschnittstelle (113) des Steuerrechners (11) angeschlossen ist und über eine Anschlußleitung (7) mit einem vom Mobilkommunikationsnetz (2) unabhängigen zweiten Kommunikationsnetzes (6) verbindbar ist.
6. Testeinrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das zweite Kommunikationsnetz (6) ein Festnetz ist.
7. Testeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die steckbaren Datenmodule (3) derselben Multiplexereinrichtung (12) jeweils in Datenbanken verschiedener Vermittlungssysteme (21/1, 21/2) desselben Mobilkommunikationsnetzes (2) registriert sind.
8. Testeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 dadurch gekennzeichnet, daß die steckbaren Datenmodule (3) derselben Multiplexereinrichtung (12) jeweils in Datenbanken verschiedener Vermittlungssysteme (21/1, 21/2) verschiedener Mobilkommunikationsnetze (2) registriert sind.
9. Testeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8 dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerrechner (11) mit einem Programm  
 — zur Selektion jeweils eines der Datenmodule (3),  
 — zur Abarbeitung einer datenmodulspezifisierbaren Folge vordefinierter Befehle zur ferngesteuerten Bedienung des Mobilteilnehmers (14),  
 — zur Erfassung und Protokollierung der einzelnen durch die Befehle absolvierten Testschritte und  
 — zur Erfassung und Protokollierung der durch die Abarbeitung der einzelnen Testschritte verursachten Gebühren ausgestattet ist.

10. Testeinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Programm vordefinierte Befehle zur Steuerung des Modems (13) umfaßt.

11. Testeinrichtung nach einem der Ansprüche 9 und 10 dadurch gekennzeichnet, daß das Programm Mittel zum ereignisgesteuerten Empfang von Synchronisationsbefehlen und Leitweginformationen und deren Protokollierung umfaßt.

12. Verfahren zum Betrieb der Testeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei für jeden Testvorgang mindestens zwei gleichartige Testeinrichtungen (1, 1') vorgesehen sind, die wechselweise als Master (1) und Slave (1') betrieben werden, wobei der jeweilige Master (1) die den jeweiligen Testvorgang initialisierende Einrichtung und jeder Slave (1') eine auf den Testvorgang wartende und reagierende Einrichtung ist, dadurch gekennzeichnet,

- daß in der jeweiligen Mastereinrichtung (1)
  - die Datenmodule (3) aufeinanderfolgend selektiert und aktiviert werden, wobei das selektierte und aktivierte Datenmodul (3) im Mobilteilnehmer (14) emuliert wird,
  - für jedes Datenmodul (3) eine vorgebbare Folge vordefinierter Anweisungen an den Mobilteilnehmer (14) gerichtet wird, in dem die Anweisungen in adäquate Kommunikationsaktionen mit Einrichtungen (21/1, 22/1) des Mobilkommunikationsnetzes (2) umgesetzt werden,
  - jede vorgegebene Kommunikationsaktion zusammen mit der zugehörigen Reaktion jeder Slaveeinrichtung (1') protokolliert wird und
- daß in jeder Slaveeinrichtung (1')
  - jede masterseitig verlangte Kommunikationsanforderung entsprechend vordefinierter Anweisungsfolgen ausgeführt wird und
  - jede masterseitig verlangte Kommunikationsanforderung zusammen mit der zugehörigen eigenen Reaktion protokolliert wird.

13. Verfahren nach Anspruch 12 dadurch gekennzeichnet, daß jede an einem Testvorgang beteiligte Slaveeinrichtung (1') durch die jeweilige Mastereinrichtung (1) auf die Kommunikationsanforderungen des Testvorganges synchronisiert wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13 dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisation der an einem Testvorgang beteiligten Testeinrichtungen (1, 1') über ein zweites, vom zu testenden Mobilkommunikationsnetz (2) unabhängiges Kommunikationsnetz (6) durchgeführt wird.

15. Verfahren nach Anspruch 14 dadurch gekennzeichnet, daß die Synchronisation über eine Modemverbindung (13, 7, 6, 7', 13) geschaltet wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15 dadurch gekennzeichnet, daß nach Ablauf des Testvorganges die in jeder Testeinrichtung (1, 1') protokollierten Gebührendaten mit den in den Vermittlungssystemen (21/1, 21/2) des Mobilkommunikationsnetzes (2) erfaßten Gebührendaten verglichen werden.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 15 dadurch gekennzeichnet, daß nach Ablauf des Testvorganges die in der Mastereinrichtung (1) protokollierten Testschritte mit denen der in den betei-

ligten Slaveeinrichtungen (1') protokollierten verglichen werden.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

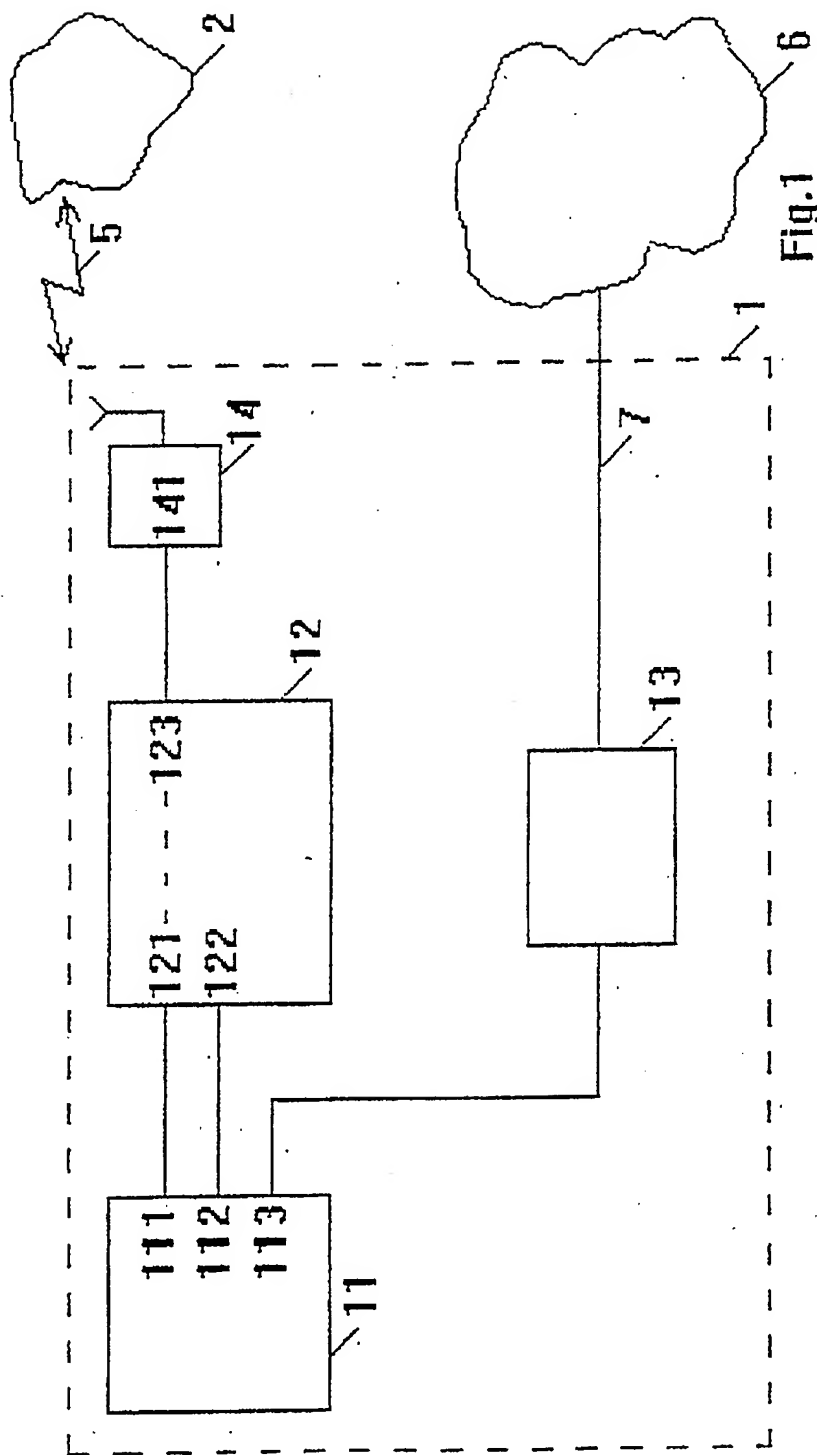
55

60

65



- Leerseite -



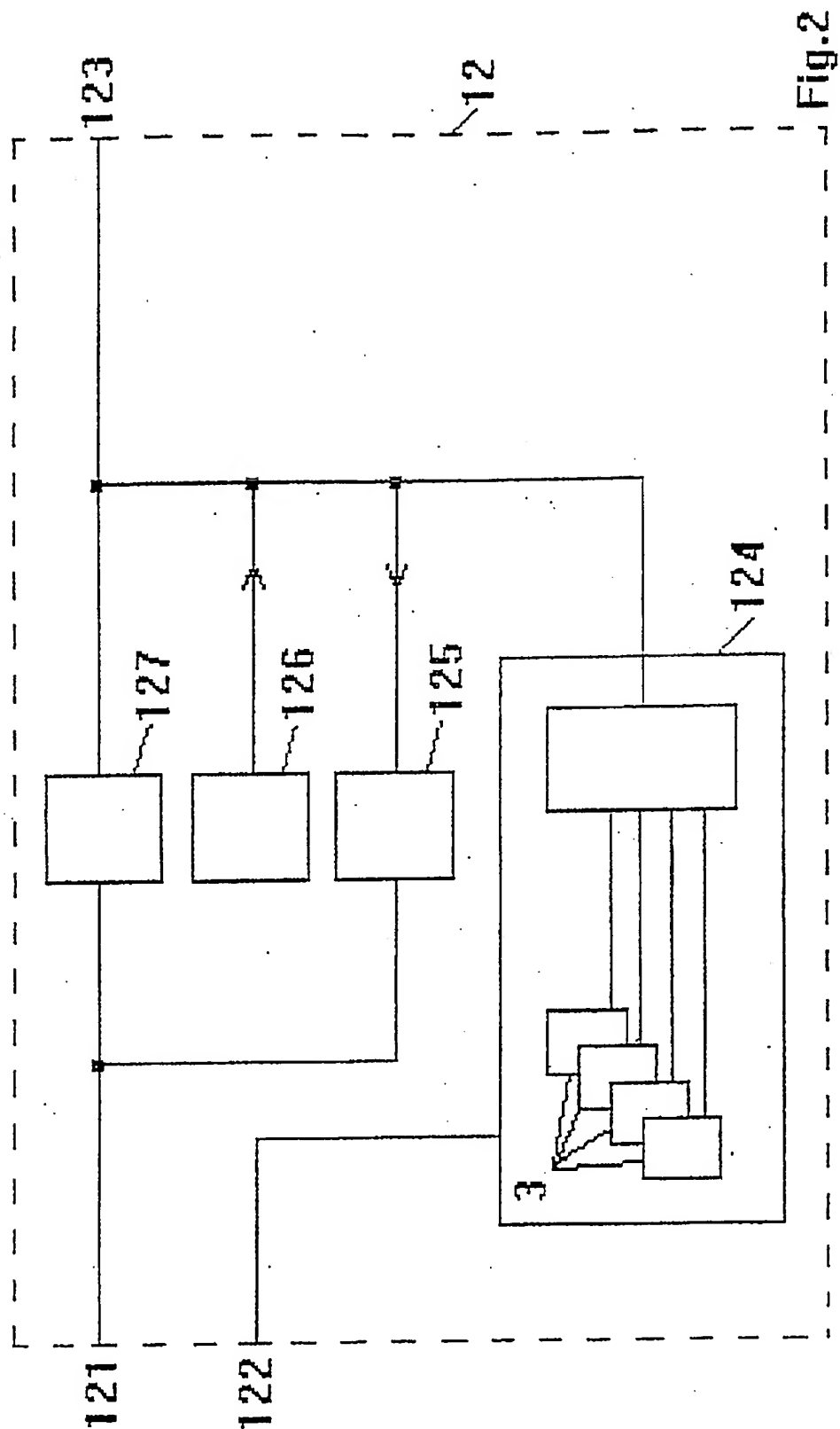


Fig.3

